

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУЛЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ В ТЕСТИРОВАНИИ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ

*Изотов А.С., Немченко В.П., Яценко А.П., Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

Сегодня невозможно представить эффективную работу систем городского и регионального хозяйства с оперативной обработкой большого объема информации без широкого использования как локальных так и глобальных сетей и сетевых технологий. При этом надежность передачи и достоверность передаваемой информации являются важными характеристиками данных систем. Известно, что информационные сети строятся с использованием сетевых протоколов, в частности стека протоколов ТСП/IP. Характерно, что в своей работе сетевые администраторы, отвечающие за безотказность работы компьютерных сетей, сталкиваются с необходимостью время от времени тестировать работоспособность и правильность функционирования сетевых протоколов. Существующие на сегодня методы тестирования являются весьма трудоемкими, требующими высококвалифицированных специалистов в этой специальной области. Настоящая публикация посвящена одному из аспектов указанной проблемы, — исследованию методов тестирования сетевых протоколов и построению тестовых последовательностей, проверяющих правильность работы протоколов.

Одной из ключевых проблем в теории тестирования является задача моделирования протоколов. Среди возможных моделей чаще всего используется автоматная модель Мили [1]. Применяя аппарат классической теории синтеза цифровых управляющих автоматов мы получаем систему булевых функций, задающих условия переходов и выходов автомата. В булевой алгебре существует понятие булевой производной как по одной, так и по нескольким переменным [2].

Это понятие широко используется в теории тестирования цифровых схем поскольку булева производная от функции  $f(x)$  по переменной  $x_i$  определяет условия активизации пути в схеме от входа  $x_i$  до выхода  $f(x)$ . Другими словами, булева производная определяет значения логических переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$  (кроме  $x_i$ ), при которых изменение переменной  $x_i$  приводит к изменению значения функции  $f(x)$ . Авторы предлагают применить аппарат булевых производных к решению задачи построения тестовых последовательностей для проверки правильности функционирования сетевых протоколов.

Задав алгоритм функционирования протокола в виде графа мы получаем в итоге систему булевых функций, описывающих зависимость выходных воздействий протокола от входных параметров гетерогенной компьютерной сети. Определив булевы производные для каждого выходного воздействия по всем входным переменным, мы получаем условия, при которых осуществляется активизация множества логических путей в проверяемом протоколе. Следовательно, задав алгоритм функционирования сетевого протокола в виде графа, мы

имеем возможность сгенерировать входную тестовую последовательность для проверки правильности его функционирования.

Приравняв булеву производную функции  $f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$  по переменной  $x_i$  единице, определяем условия при которых изменение данной переменной будет изменять значение функции на противоположное заданному.

$$\frac{df(x)}{dx_i} = f(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n) \oplus f(x_1, x_2, \dots, \overline{x_i}, \dots, x_n) = 1,$$

где  $\oplus$  - сумма по модулю 2.

Как мы видим, здесь используется тот же принцип активизации путей в проверяемой схеме, который лежит в основе классического D-алгоритма с той лишь разницей, что в нашем случае активизация путей производится с помощью трансформации булевой функции заданной схемы, а не путем обработки кубических покрытий схемы как в случае D-алгоритма [3].

Для проверки предложенного подхода авторами в качестве тестируемого протокола был выбран транспортный протокол ТСР. В результате был построен граф протокола, содержащий десять вершин. На его базе была получена система из четырех булевых уравнений от семи переменных. Результирующая тестовая последовательность содержит десять входных двоичных наборов D-вида, где D является компактной формой записи двоичной последовательности 1/0. Таким образом, десять векторов D-вида на практике представляют двадцать двоичных наборов.

Задача генерации тестовых наборов для тестирования сетевых протоколов в настоящее время является весьма актуальной и еще далека от окончательного решения. Особенно это актуально в связи с тем, что сейчас идет интенсивная разработка стека протоколов нового поколения ТСР/IP версии 6. Все это свидетельствует об актуальности подхода к тестированию сетевых протоколов, предлагаемого в настоящей публикации.

### Список литературы

1. Немченко В.П. Автоматное моделирование в системе диагностирования сетевых протоколов [Текст] / В. П. Немченко, А. С. Изотов // Журн. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2012, №4, (приложение). - С. 51-52.
2. Шевелев Ю. П. Дискретная математика. Ч. 1: Теория множеств. Булева алгебра [Текст] / Ю. П. Шевелев. - Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2003. - 118 с.
3. Гольдман Р.С., Чипулис В.П. Техническая диагностика цифровых устройств [Текст] / Р.С. Гольдман, В.П. Чипулис. - М.: Энергия, 1976. - 256 с.